

学校编码: 10384

密级_____

学号: 19920081152963

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

光学检测平台的宏微驱动控制系统研究

Macro-Micro Driving Control System for Optical Inspection
Platform

黄征

指导教师姓名: 张建寰 教授

专 业 名 称: 测试计量技术及仪器

论文提交日期: 2011 年 6 月

论文答辩日期: 2011 年 6 月

2011 年 6 月

厦门大学博硕士论文摘要库

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为()课题(组)的研究成果,获得()课题(组)经费或实验室的资助,在()实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):

年 月 日

厦门大学博硕士论文摘要库

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

（ ） 1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，
于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

（ ） 2. 不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年 月 日

厦门大学博硕士论文摘要库

摘 要

目前微机构器件和微小器件加工和检测技术的不断发展,对加工和检测所使用的运动平台和控制系统提出了更高要求。以微纳米检测系统来说,检测结果的最终精度不仅取决于所使用的检测分析技术,同时也取决于运动平台的结构和控制系统的精度。

本文“光学检测平台的宏微驱动控制系统研究”,开发了由基于压电陶瓷的微位移调焦系统和基于直线电机的宏动定位系统相结合的光学检测平台驱动控制系统。该驱动控制系统用于配合本实验室开发的基于差动离焦原理的微纳米检测光学测头装置,实现对测头在 Z 轴方向上的纳米级的在线实时调焦和对被测物大行程、高精度的二维平面位移运动,从而提高光学检测平台的精度和自动化程度,使其更好地应用于工业自动化检测。

本文主要作了如下几方面的研究:

(1) 从整体设计入手,分析了目前常用的驱动控制系统的优缺点和适用场合,选取适用于本课题光学检测平台的驱动控制系统方案:基于压电陶瓷的调焦驱动控制系统和基于直线电机的二维气浮平台驱动控制系统;

(2) 根据光学测头物镜实时调焦的设计需求,开发了基于压电陶瓷的调焦驱动控制系统:设计了压电陶瓷驱动电源,测试了压电陶瓷的蠕变、迟滞等特性,并在此基础上,使用回归分析和坐标变换的方法建立了压电陶瓷迟滞非线性模型;

(3) 根据光学检测平台对被测物的高精度、大行程的检测要求,开发了基于直线电机的二维宏动控制系统:宏动驱动控制系统的设备选型、安装和配置,宏动平台整体的在线调试和 PID 整定,宏动系统伺服系统的软件设计;

(4) 对设计完成的宏动和微动驱动控制系统功能进行详细实验和测试,分析其性能。结果表明,本文所设计的光学检测平台的宏微驱动控制系统各项指标良好,可以很好的满足设计要求。

关键词: 宏动 微动 光学测头 压电陶瓷 直线电机

厦门大学博硕士论文摘要库

Abstract

With the development of processing and detection technology for micro-structure devices and micro-devices, it sets a higher requirement for the motion platform and control system of processing and detection technology. Detection precision of micro-nano-detection system not only depends on the detection and analysis technology, but also depends on motion platform structure and accuracy of control system.

This paper named as “Research of Macro-micro Drive Control System for Optical Inspection Platform”, has developed a drive control system of optical detection platform which consists of micro-displacement focusing system based on piezoelectric ceramics(PZT) and macro-displacement system based on linear motor. This drive control system is used to cooperate with micro-nano-detection optical probe which has been developed in our laboratory based on differential defocus principle, in order to achieve nano-scale real-time focusing of probe in Z-axis direction and large-travel high-precision two-dimensional plane motion of detected objects. It improves the accuracy and automation of optical detection platform and is better used in industrial automation detection.

The specific research activities completed in this paper are as follows:

Starting from the overall design, analyzing advantages and disadvantages of common drive control system, the drive control system scheme of optical detection platform is selected. The drive control system consists of focusing drive control system based on PZT and drive control system of two-dimensional flotation platform based on linear motor.

According to the real-time focusing design requirements of optical probe objective, focusing drive control system is developed based on PZT. PZT power supply is designed. The creep, hysteresis and other characteristic of PZT are tested. And on this basis, the nonlinear model of PZT is established in regression analysis.

According to large-travel high-precision detection requirements of optical detection platform, two-dimensional macro-displacement control system is developed based on linear motor, including selection, installation and configuration of equipments, on-time debugging, PID turning and software design of servo system.

The functions of macro-micro drive control system are tested and performances are analyzing. After analyzing the test results, the conclusions are obtained finally. All indexes of macro-micro drive control system for optical inspection platform are good enough to satisfy the design requirements.

Keywords: micro-displacement; micro-displacement; optical probe; piezoelectric ceramics(PZT); linear motor.

厦门大学博硕士论文摘要库

目录

中文摘要.....	I
英文摘要.....	III
第一章 绪论	1
1.1 课题研究的背景和意义.....	1
1.1.1 课题的来源.....	1
1.1.2 研究的目的和意义.....	1
1.2 微动和宏动驱动技术研究现状.....	2
1.2.1 一般驱动定位平台的系统组成.....	2
1.2.2 主要驱动方式分类概述.....	3
1.2.3 压电陶瓷驱动定位系统研究现状.....	6
1.2.4 直线电机驱动定位系统概述.....	9
1.3 本文主要研究内容.....	10
第二章 宏微平台驱动控制系统整体设计.....	11
2.1 引言.....	11
2.2 微动平台驱动控制系统整体设计.....	11
2.2.1 微动平台机构.....	12
2.2.2 驱动电源.....	13
2.2.3 非线性控制模型.....	14
2.3 宏动平台驱动控制系统整体设计.....	14
2.3.1 二维气浮平台.....	15
2.3.2 驱动器和直线电机.....	15
2.3.3 运动控制卡.....	15
2.3.4 位移反馈.....	16
2.4 本章小结.....	16
第三章 微动平台驱动控制系统设计.....	17
3.1 引言.....	17
3.2 压电陶瓷驱动电源硬件设计.....	17
3.2.1 51 单片机控制电路.....	17

3.2.2 RS-232 接口电路	19
3.2.3 液晶 LCD 电路.....	19
3.2.4 D/A 转换电路.....	20
3.2.5 功率放大电路.....	21
3.2.6 电压采样和 A/D 转换电路.....	24
3.2.7 电源稳压电路.....	24
3.3 微动系统压电陶瓷非线性特性研究和建模.....	25
3.3.1 迟滞模型建立的方法.....	26
3.3.2 MTp200/40 型压电陶瓷非线性特性试验	28
3.3.3 压电陶瓷外环非线性建模.....	30
3.4 微动系统软件部分设计	33
3.4.1 压电陶瓷驱动电源端单片机程序设计	33
3.4.2 微动系统 PC 端 VC++程序设计	39
3.5 本章小结	42
第四章 宏动平台驱动控制系统设计	43
4.1 引言	43
4.2 宏动驱动控制系统的硬件安装和配置.....	43
4.2.1 直线电机和驱动器设计	44
4.2.2 运动控制卡二次开发.....	48
4.2.3 编码器位置反馈.....	53
4.2.4 系统的干扰和保护.....	55
4.2.5 系统安装总图.....	56
4.3 运动控制卡运动程序的开发	57
4.3.1 PID 整定	57
4.3.2 建立坐标系.....	59
4.3.3 运动程序编写.....	60
4.3.4 基于 VC++的二次开发	62
4.4 本章小结.....	63
第五章 实验和测试	65
5.1 引言	65
5.2 压电陶瓷驱动电源的性能测试.....	65
5.2.1 动态响应测试.....	65

5.2.2 静态性能测试.....	65
5.3 压电陶瓷非线性建模精度测试.....	67
5.4 宏动平台运动控制系统调试.....	67
5.4.1 在线调试.....	67
5.4.2 PID 整定实验	69
5.4.3 运动程序验证.....	71
5.5 本章小结	72
第六章 结论和展望	73
6.1 结论.....	73
6.2 论文的创新点	73
6.3 展望	74
附 录.....	75
参 考 文 献	77
致 谢.....	83
硕士期间发表的论文	85

厦门大学博硕士论文摘要库

Table of Contents

Abstract in Chinese.....	I
Abstract in English	III
Chapter 1 Introduction.....	1
1.1 Research background.....	1
1.1.1 Topic source	1
1.1.2 Objects and significance of the project research	1
1.2 Research status at home and abroad	2
1.2.1 Components of drive positioning system.....	2
1.2.2 Common methods of drive.....	3
1.2.3 Research status of PZT drive positioning system.....	6
1.2.4 linear motor drive positioning system.....	9
1.3 Main research contents	10
Chapter 2 Overall design of macro-micro drive control system	11
2.1 Introduction	11
2.2 Overall design of micro-displacement drive control system.....	11
2.2.1 Micro-displacement platform mechanism	12
2.2.2 Drive power	13
2.2.3 Nonlinear control model	14
2.3 Overall design of macro-displacement drive control system.....	14
2.3.1 Two-dimensional flotation platform	15
2.3.2 Drivers and linear motors.....	15
2.3.3 Motion control card.....	15
2.3.4 Displacement feedback	16
2.4 Chapter summary.....	16
Chapter 3 Design of micro-displacement drive control system.....	17
3.1 Introduction	17
3.2 Hardware circuits design of PZT drive power	17
3.2.1 MCU control circuit.....	17
3.2.2 RS-232 interface circuit	19
3.2.3 LCD display circuit.....	19
3.2.4 D/A converter circuit.....	20

3.2.5 Power amplification circuit.....	21
3.2.6 Voltage sampling and A/D converter circuit.....	24
3.2.7 Voltage stabilizing circuit.....	24
3.3 PZT nonlinear model of micro-displacement	25
3.3.1 Modeling methods	26
3.3.2 Creep experiment	28
3.3.3 Hysteresis nonlinear modeling.....	30
3.4 Software design of micro-displacement drive control system	33
3.4.1 MCU programming of PZT drive power	33
3.4.2 VC++ programming design of PC side.....	39
3.5 Chapter summary.....	42
Chapter 4 Design of macro-displacement drive control system	43
4.1 Introduction	43
4.2 Hardware installation and configuration of macro-displacement drive control system	43
4.2.1 Design of drivers and linear motors.....	44
4.2.2 Motion control card.....	48
4.2.3 Encoder displacement feedback.....	53
4.2.4 Interference and protection	55
4.2.5 Overall system installation diagram	56
4.3 Sports program developmet of motion control card	56
4.3.1 PID turning.....	57
4.3.2 Establishment of coordinate system.....	59
4.3.3 Sports programmin.....	60
4.3.4 Secondary development based on VC++	62
4.4 Chapter summary.....	63
Chapter 5 Experiments and tests	65
5.1 Introduction	65
5.2 Performance tests of PZT drive power.....	65
5.2.1 Dynamic tesponse tests	65
5.2.2 Static performance tests	65
5.3 Nonlinear modeling precision test of PZT.....	67
5.4 Debugging of macro displacement platform.....	67
5.4.1 On-time debugging	67
5.4.2 PID turning experiments	69

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库